

ISBN : 978 - 602 - 50373 - 0



# PROSIDING

## Seminar Nasional ISLI 2017

Gowa, 18 September 2017  
Gedung CST, Kampus II,  
Universitas Hasanuddin

Peluang dan Tantangan  
Logistik Maritim di Indonesia

Organised by :

Supported by :

Media Partner :

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL**  
**INSTITUT SUPPLY CHAIN DAN LOGISTIK INDONESIA (ISLI)**



**18-19 SEPTEMBER 2017**

**GEDUNG CSA, FAKULTAS TEKNIK,  
KAMPUS II UNHAS**

**TEMA:**

**Peluang dan Tantangan Logistik Maritim di Indonesia**

**ISBN:**

**978 - 602 - 50373 - 0 - 6**

**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan karunia dan nikmat-Nya sehingga Kongres I & Seminar Nasional Institut Supply Chain & Logistics Indonesia (ISLI) 2017 dapat terselenggara dengan lancar dan sukses. Seminar nasional yang merupakan kegiatan pertama kalinya oleh ISLI bekerjasama dengan Departemen Teknik Industri Universitas Hasanuddin, yang dilaksanakan pada tanggal 19 September 2017 ini, mengangkat tema "Peluang dan Tantangan Logistik Maritim di Indonesia".

Kegiatan Kongres I & Seminar Nasional ISLI 2017 merupakan wujud nyata usaha ISLI mewadahi praktisi, akademisi, birokrasi dan pemerhati bidang logistik Indonesia untuk menjalin komunikasi dan informasi, berbagi pengetahuan dan pemahaman serta bekerjasama dalam merumuskan perbaikan dan pengembangan sistem logistik nasional khususnya untuk sektor maritim, dikemas dalam sebuah prosiding sebagai bukti otentik yang diharapkan mampu memperkuat jejaring komunikasi pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam kegiatan seminar tersebut.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada jajaran Pimpinan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, seluruh panitia dan seluruh peserta seminar yang telah memberikan dukungan demi suksesnya kegiatan ini. Kami memohon maaf bila terdapat kekeliruan dan kekurangan selama persiapan dan pelaksanaan kegiatan Kongres I & Seminar Nasional ISLI 2017 ini.

Akhir kata, semoga Kongres I & Seminar Nasional ISLI 2017 dan prosiding ini bermanfaat sebagai media untuk perbaikan dan pengembangan sistem logistik nasional dalam menjawab tantangan ekonomi Indonesia dan global.

Gowa, September 2017

Tim Editor

## DAFTAR ISI

		Halaman
	<b>Kata Pengantar</b>	i
	<b>Daftar Isi</b>	ii
	<b>Panitia Seminar Nasional ISLI 2017</b>	v
	<b>Susunan Acara</b>	vi
<b>ROOM A – Ruangan Lecture Theater (LT) 1</b>		
A - 1	Minimasi Biaya dalam Penentuan Rute Distribusi Produk Menggunakan Metode Savings Matrix. <b>Supriyadi, Kholil Mawardi, Ahmad Nalhadi</b>	1
A - 2	Optimasi Biaya Transportasi dengan North West Corner Method (NWCM) dan Stepping Stone Method (SSM) Studi Kasus Kantor Pemasaran PT. Pupuk Kaltim Wilayah Sulawesi Selatan dan Barat. <b>Suardi Hasjum, Rosmalina Hanafi, Muhammad Rusman.</b>	8
A - 3	Penentuan Harga Pokok Produksi Tandan Buah Segar dengan Pertimbangan Nilai Tambah. <b>Meilita Tryana Sembiring, Tuti Sarma Sinaga, Irwan Budiman, Rori Rumenda.</b>	18
A - 4	Minimisasi Biaya Distribusi Produk Aluminium dengan Pendekatan Distribution Resource Planning. <b>Dini Wahyuni, Irwan Budiman, Nazaruddin Matondang.</b>	24
A - 5	Integrasi Metode Business Process Improvement dan Warehousing Untuk Perbaikan Aktivitas Gudang: Studi Kasus. <b>Wibisono Adhi Prasetyo, Wahyudi Sutopo.</b>	28
A - 6	Lot Sizing Decision to Minimize Total Inventory Cost: In Cement Industry. <b>Agustina Eunike, Ceria F. M. Tantrika, Hildaria Mbota.</b>	38
A - 7	Analisis Pengendalian Kualitas Kantong Semen Woven Sewing 3 Ply dan Craft Pated 2 Ply Dengan Pendekatan Six Sigma (Studi Kasus Pabrik Kantong PT Semen Tonasa). <b>Raodah, Saiful M, Irwan Setiawan.</b>	43
<b>ROOM B – Ruangan Lecture Theater (LT) 3</b>		
B - 1	Minimasi Waktu Tunggu Kapal Menggunakan Pendekatan Simulasi Sistem Dinamis (Studi Kasus di Pelabuhan CDG Banten). <b>Asep Ridwan, Putro Ferro Ferdinant, Bobby Kurniawan, Aurelia Tobing.</b>	54
B - 2	Konsep Dasar Logistik Halal dan Rantai Pasok Halal. <b>Qurtubi, Harwati.</b>	62
B - 3	Peningkatan Efisiensi pada Industri Jasa Perawatan Pesawat Terbang dengan Pendekatan Lean Supply Chain. <b>Purnawan Adi Wicaksono, Faisal.</b>	70
B - 4	Pengukuran Kinerja Pada Industri Makanan Menggunakan Metode Balanced Scorecard Berdasarkan Konsep Halal. <b>Harwati, Aliefia Putri Prasetyanti, Qurtubi.</b>	77

B-5	Penentuan Rute Pengangkutan Sampah yang Efisien (Studi Kasus di Dinas Lingkungan Hidup Yogyakarta). <b>Annie Purwani, Nafia Rahma.</b>	84
B-6	Analisis Bullwhip Effect Dalam Supply Chain Management untuk Mengurangi Distorsi Permintaan (Studi Kasus: PT. Subur Sentosa Makassar). <b>Dwi Handayani, Rosmalina Hanafi, Armin Darmawan.</b>	89
B-7	Pemilihan Supplier dan Pengalokasian Pesanan dengan Pendekatan Analytic Hierarchy Process dan Goal Programming. <b>Ceria Farela Mada Tantrika, Agustina Eunike, Mega Rahmadani.</b>	96
B-8	Analisis Pemilihan Supplier Wheel Loader Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). <b>Wifqi Azlia, Rahmi Yuniarti, Cinthia Fionatan.</b>	102
<b>ROOM C – Ruangan Lab. PTI 1</b>		
C-1	Model City Logistics dengan Mempertimbangkan Kemacetan. <b>Nova Indah Saragih, Senator Nur Bahagia, Suprayogi, Ibnu Syabri.</b>	110
C-2	Model Koordinasi Pelabuhan Berbasis Model Bisnis. <b>Femi Yulianti, Senator Nur Bahagia, Andi Cakravastia, Rajesri Govindaraju.</b>	116
C-3	Perencanaan Pengendalian Bahan Baku Katun Menggunakan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Studi Kasus di PT ABC. <b>R. Abdul Jalal, Wiwit Fahar Pangesti, Qurtubi.</b>	122
C-4	Aplikasi Metode Transportasi dalam Optimasi Biaya Distribusi Beras pada Perum Bulog, Studi Kasus: Sub Divre Makassar. <b>Aji Akbar, Rosmalina Hanafi, Muhammad Rusman.</b>	128
C-5	Penerapan Metode Backward Scheduling untuk Produk Roti. <b>David Try Liputra, Kartika Suhada, Nadya Priskilla Novarie.</b>	136
C-6	Disain Sistem Transportasi dan Distribusi Rantai Pasok Biji Kakao. <b>Doris Monica Sari Turnip, Yandra Arkeman.</b>	141
C-7	A Distribution and Transportation System Design for Fresh Shallot Supply Chain. <b>Ermia Sofiyessi, Marimin, Yandra Arkeman.</b>	150
<b>ROOM D – Ruangan Lab. PTI 2</b>		
D-1	Relayout Gudang Bahan Baku dengan Metode Dedicated Storage. <b>Annisa Kesy Garside, Harris Ferdianto, Ilyas Masudin.</b>	160
D-2	Analisis Nilai Lingkungan, Sikap Lingkungan, dan Niat Mahasiswa untuk Berpartisipasi dalam Program Take Back berdasar Latar Belakang Demografi. <b>Siti Mahsanah Budijati.</b>	168
D-3	Analisis Risiko Pengembangan Produk Baru Pada PT. Kota Jati Furindo dengan Metode House of Risk. <b>Naniek Utami Handayani, Diana Puspita Sari, Octavia Rosari Gultom, Yuni Sartika.</b>	175
D-4	Analisis Mitigasi Risiko Supply Chain Bahan Baku Crumb Rubber pada Perusahaan Perkebunan Karet. <b>Khairunnisa, Juliza Hidayati.</b>	183
D-5	Analisis Risiko Manajemen Rantai Pasok UMKM Pusat Gerabah Kasongan Yogyakarta. <b>Adjie Sapta, Widiyono, Yuli Evitha, Cundo Harimurti, Resista Vikaliana.</b>	190

B-5	Penentuan Rute Pengangkutan Sampah yang Efisien (Studi Kasus di Dinas Lingkungan Hidup Yogyakarta). <b>Annie Purwani, Nafia Rahma.</b>	84
B-6	Analisis Bullwhip Effect Dalam Supply Chain Management untuk Mengurangi Distorsi Permintaan (Studi Kasus: PT. Subur Sentosa Makassar). <b>Dwi Handayani, Rosmalina Hanafi, Armin Darmawan.</b>	89
B-7	Pemilihan Supplier dan Pengalokasian Pesanan dengan Pendekatan Analytic Hierarchy Process dan Goal Programming. <b>Ceria Farela Mada Tantrika, Agustina Eunike, Mega Rahmadani.</b>	96
B-8	Analisis Pemilihan Supplier Wheel Loader Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP). <b>Wifqi Azlia, Rahmi Yuniarti, Cinthia Fionatan.</b>	102
<hr/>		
<b>ROOM C – Ruangan Lab. PTI 1</b>		
C-1	Model City Logistics dengan Mempertimbangkan Kemacetan. <b>Nova Indah Saragih, Senator Nur Bahagia, Suprayogi, Ibnu Syabri.</b>	110
C-2	Model Koordinasi Pelabuhan Berbasis Model Bisnis. <b>Femi Yulianti, Senator Nur Bahagia, Andi Cakravastia, Rajesri Govindaraju.</b>	116
C-3	Perencanaan Pengendalian Bahan Baku Katun Menggunakan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Studi Kasus di PT ABC. <b>R. Abdul Jalal, Wiwit Fahar Pangesti, Qurtubi.</b>	122
C-4	Aplikasi Metode Transportasi dalam Optimasi Biaya Distribusi Beras pada Perum Bulog, Studi Kasus: Sub Divre Makassar. <b>Aji Akbar, Rosmalina Hanafi, Muhammad Rusman.</b>	128
C-5	Penerapan Metode Backward Scheduling untuk Produk Roti. <b>David Try Liputra, Kartika Suhada, Nadya Priskilla Novarie.</b>	136
C-6	Disain Sistem Transportasi dan Distribusi Rantai Pasok Biji Kakao. <b>Doris Monica Sari Turnip, Yandra Arkeman.</b>	141
C-7	A Distribution and Transportation System Design for Fresh Shallot Supply Chain. <b>Ermia Softyessi, Marimin, Yandra Arkeman.</b>	150
<hr/>		
<b>ROOM D – Ruangan Lab. PTI 2</b>		
D-1	Relayout Gudang Bahan Baku dengan Metode Dedicated Storage. <b>Annisa Kesy Garside, Harris Ferdianto, Ilyas Masudin.</b>	160
D-2	Analisis Nilai Lingkungan, Sikap Lingkungan, dan Niat Mahasiswa untuk Berpartisipasi dalam Program Take Back berdasar Latar Belakang Demografi. <b>Siti Mahsanah Budijati.</b>	168
D-3	Analisis Risiko Pengembangan Produk Baru Pada PT. Kota Jati Furindo dengan Metode House of Risk. <b>Naniek Utami Handayani, Diana Puspita Sari, Octavia Rosari Gultom, Yuni Sartika.</b>	175
D-4	Analisis Mitigasi Risiko Supply Chain Bahan Baku Crumb Rubber pada Perusahaan Perkebunan Karet. <b>Khairunnisa, Juliza Hidayati.</b>	183
D-5	Analisis Risiko Manajemen Rantai Pasok UMKM Pusat Gerabah Kasongan Yogyakarta. <b>Adjie Sapta, Widiyono, Yuli Evitha, Cundo Harimurti, Resista Vikaliana.</b>	190

- 2-6 Simulasi Sistem Dinamis Pengendalian Persediaan Darah Palang Merah Indonesia Kota Yogyakarta. **Laila Nafisah, Yuli Dwi Astanti, Dini Nastiti.** 199
- 2-7 Pengaruh Pemisahan Pemesanan Komponen untuk Penggantian Kerusakan dan Penggantian Pencegahan Pada Kebijakan Pemeliharaan Block Replacement. **Farid Mardin, Syarifuddin M. Parenreng.** 207

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL  
INSTITUT SUPPLY CHAIN DAN LOGISTIK INDONESIA (ISLI)  
2017**

**TEMA:**

Peluang dan Tantangan Logistik Maritim di Indonesia

**ISBN:**

978 - 602 - 50373 - 0 - 6

**Editor :**

Dr. Eng. Ir. Ilham Bakri , IPM., MT. (Ketua)

Prof. Dr. Ir Syamsul Bahri , M.Si

Ir. Mulyadi , MT

Dr. Eng. Ir. Muhammad Rusman , IPM., MT.

Dr. Syarifuddin M. Parenreng, ST., MT

Dr. Eng. Irwan Setiawan, ST., MT

Nilda , ST., MT.

Ir. Retnari Dian Mudiastuti, IPM. M.Si

Ir. Armin Darmawan , IPM., MT.

Dr. Eng. Farid Mardin , ST., MT.

Dr. Saptas Asmal, ST., MT

Dr. Ir. Saiful , IPM., MT.

Dr. Ir. Rosmalina Hanafi , M.Eng

**Desain Sampul :**

Zulfikar Hadi Kusuma

Saiful Kallang

**Penerbit dan Redaksi:**

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik,

Universitas Hasanuddin

Jln. Poros Malino Km. 6,

Bontomarannu (92172) Gowa, Sulawesi Selatan

Telp/Fax : 0411-588400/ 0411-2006

Kontak : Syarifuddin M. P. (0811415925)

Rani Aulia Imran (082119984921)

Email : [isli2017@tiunhas.net](mailto:isli2017@tiunhas.net)

Web : [isli2017.tiunhas.net](http://isli2017.tiunhas.net)

Cetakan Pertama, September 2017

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit.

## **SIMULASI SISTEM DINAMIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN DARAH PALANG MERAH INDONESIA KOTA YOGYAKARTA**

**Laila Nafisah<sup>1</sup>, Yuli Dwi Astanti\*<sup>2</sup>, Dini Nastiti<sup>3</sup>**  
<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, UPN “Veteran”, Yogyakarta  
e-mail: \*<sup>2</sup>yuli.upnyk@yahoo.com

### **ABSTRAK**

*Darah merupakan salah satu komponen kesehatan yang sangat penting dan sewaktu-waktu bisa saja dibutuhkan oleh pasien. Darah merupakan jenis produk yang memiliki ketidakpastian tinggi, baik dari sisi pasokan maupun permintaannya. Pihak Palang Merah Indonesia (PMI) yang merupakan pusat pendistribusian darah pada Unit Transfusi Darah (UTD), rumah sakit dan klinik di DIY tidak dapat memastikan berapa pasokan dan permintaan darah yang dibutuhkan. Permasalahan yang terjadi di PMI Kota Yogyakarta adalah terjadinya pemusnahan darah akibat darah yang kadaluarsa karena tidak dibutuhkan. Dilain pihak juga terdapat kekurangan ketersediaan darah yang tidak dapat diprediksi kapan dibutuhkan. Penelitian ini berusaha mensimulasikan sistem persediaan darah yang tepat guna meminimalisir terjadinya darah kadaluarsa serta memaksimalkan pemenuhan permintaan darah di PMI Kota Yogyakarta. Simulasi sistem dinamis tidak hanya mampu menjawab berapa persediaan yang harus disediakan berdasarkan variabel dan ketidakpastian dalam sistem, namun juga memungkinkan pembangunan skenario usulan kebijakan pengendalian persediaan. Berdasarkan pengujian tingkat error rekomendasi sistem persediaan darah yang tepat pada PMI Kota Yogyakarta adalah skenario 4 yaitu dengan dengan cara mendistribusikan darah terhadap daerah lain guna menghindari resiko terjadinya pemusnahan darah akibat darah kadaluarsa serta mencegah terjadinya kekurangan persediaan darah.*

*Kata kunci : simulasi, persediaan darah, sistem dinamis, PMI*

### **1. PENDAHULUAN**

Darah merupakan komponen yang sangat dibutuhkan pada proses transfusi darah dalam proses penyembuhan pasien. Darah bukanlah sesuatu yang dapat diproduksi oleh mesin melainkan dipasok melalui pendonor yang sehat dan merupakan produk yang mudah rusak (*perishable*). Berdasarkan keterangan dari Palang Merah Indonesia (PMI) batas penggunaan darah adalah 30 hari, apabila darah telah melebihi batas waktu penggunaan maka darah harus dimusnahkan. Guna mendukung pencapaian pembangunan kesehatan nasional, pelayanan persediaan darah di PMI semakin dituntut untuk lebih meningkatkan kualitasnya. Disisi lain, Persoalan darah sangatlah kompleks, dimulai dari sifatnya yang mudah rusak hingga kemungkinan ketidaksesuaian antara pasokan dan permintaan. Salah satu penyebab ketidakpastian tersebut adalah karena ketersediaan darah juga bergantung pada pendonor yang bersedia menyumbangkan darahnya.

PMI Kota Yogyakarta merupakan salah satu instansi yang berwenang dalam melakukan kegiatan donor darah dan pengelolaan darah hingga pendistribusian darah di Daerah Istimewa (DI) Yogyakarta. PMI Kota Yogyakarta merupakan pusat pendistribusian darah pada Unit Transfusi Darah (UTD), rumah sakit dan klinik di DI Yogyakarta. Sistem persediaan pada PMI Kota Yogyakarta merupakan sistem yang dinamis karena permintaan darah yang datang selalu berubah-ubah sepanjang waktu sesuai dengan kebutuhan dari masing-masing rumah sakit dan klinik. Tidak hanya permintaan darah, namun juga pasokan darahnya bersifat fluktuatif, tergantung dengan ketersediaan darah dari pendonor. Selama ini, PMI Kota Yogyakarta kerap mengalami pemusnahan darah pada golongan tertentu karena umur darah melebihi batas waktu penggunaan. Selain pemusnahan darah, PMI mengalami kekurangan ketersediaan darah karena jumlah pasokan dan permintaan darah yang tidak menentu. Keseimbangan antara pasokan dan permintaan darah ini merupakan masalah besar yang perlu ditangani. Mengingat darah merupakan jenis produk yang sangat penting dan susah untuk mendapatkannya, maka akan sangat merugikan jika harus dimusnahkan. Dalam menghadapi permasalahan tersebut PMI perlu menentukan sistem persediaan darah yang tepat sehingga dapat menyeimbangkan antara jumlah pasokan dengan jumlah permintaan darah.

Penelitian tentang persediaan darah pernah dilakukan sebelumnya. Diantaranya adalah penelitian mengenai simulasi rantai pasok pada pengelolaan dan penyusunan strategi Bank Darah Rumah Sakit (BDRS) dalam pemenuhan darah oleh Noviandari (2013). Penelitian ini melakukan strategi penambahan lokasi pengolahan darah dengan pendekatan sistem diskrit. Namun hasil dari penelitian tersebut belum mampu menyelesaikan permasalahan dalam memenuhi permintaan darah. Hal ini disebabkan karena pola pasokan dan permintaan dianggap sama sehingga hasilnya tidak memberikan gambaran yang baik bagi keberlangsungan sistem baru. Penelitian lain dilakukan oleh Wibisono (2014) mengenai simulasi rantai pasok darah di PMI Kota Yogyakarta - BDRS Dr. Soeradi Tirtonegoro. Serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Noviandari (2013), penelitian ini menggunakan model simulasi dengan pendekatan sistem diskrit. Berdasarkan skenario yang telah dikembangkan, penelitian ini dianggap mampu memberikan peningkatan pemenuhan permintaan darah di PMI Kota Yogyakarta dan BDRS Dr. Soeradi Tirtonegoro.

Kedua penelitian diatas masih menggunakan pendekatan sistem diskrit dimana pada sistem tersebut tidak mempertimbangkan jumlah variabel darah yang beragam dan pasokan serta permintaan darah yang dapat berubah sepanjang waktu. Berbeda dengan kedua penelitian tersebut, pada penelitian ini akan mempertimbangkan permasalahan ketidakpastian dalam hal ketersediaan darah, yaitu karakteristik jumlah pasokan dan jumlah permintaan darah yang tidak pasti dengan pendekatan sistem dinamis. Sifat permasalahan dalam sistem dinamis tersebut terlalu kompleks sehingga sulit untuk diselesaikan. Penyelesaian yang tepat pada masalah tersebut adalah menggunakan simulasi sistem dinamis. Simulasi sistem dinamis dapat mendeskripsikan sistem nyata dengan elemen yang berubah sepanjang waktu dan dapat menyelesaikan masalah kompleks dengan ketidakpastian yang tinggi.

## 2. SISTEM PERSEDIAAN DARAH PMI

PMI merupakan salah satu instansi yang menyediakan darah selain instansi yang ditetapkan oleh Menteri kesehatan. Hal ini dapat dilihat dari PP 18/1980 Bab IV, pasal 6, ayat (1) yaitu “Pengelolaan dan pelaksanaan usaha transfusi darah ditugaskan kepada Palang Merah Indonesia, atau Instansi lain yang ditetapkan oleh Menteri Kesehatan”. Guna memenuhi tugas tersebut, PMI membuat suatu unit khusus untuk melaksanakan tugas tersebut yaitu Unit Transfusi Darah atau UTD (Akhdemila, 2009). Akhdemila (2009) menjelaskan bahwa usaha transfusi darah merupakan bagian dari tugas UTD dalam memberikan pelayanan darah kepada masyarakat. Media internal PMI yaitu suara PMI menjelaskan bahwa transfusi darah adalah pemindahan darah atau komponen darah dari seorang donor ke orang lain yang mempunyai tujuan untuk menambah volume darah, meningkatkan kemampuan darah membawa oksigen, menguatkan kekebalan (imunitas) tubuh serta memperbaiki gangguan pembekuan darah. Pengadaan darah itu sendiri dilakukan secara sukarela tanpa penggantian apapun melalui program donor darah.

Pelayanan kebutuhan darah selain dilakukan oleh UTD, juga dilakukan oleh BDRS. BDRS merupakan unit pelayanan darah terendah yang harus segera memenuhi kebutuhan darah pada pasiennya. BDRS menentukan level persediaan optimal dari keseluruhan produk darah berdasarkan estimasi BDRS terhadap permintaan yang mungkin terjadi (Katsaliaki dan Brailsford, 2007). Pendapat lain dikemukakan oleh Ryttilä dan Spens (2006) bahwa UTD rumah sakit bertanggung jawab pada ketersediaan produk darah yang sesuai dan tepat waktu untuk menjamin penggunaan produk darah yang aman. Pada dasarnya, tugas bank darah adalah menjaga *stock* berbagai produk darah termasuk darah segar agar dapat digunakan dalam keadaan darurat dan operasi-operasi yang sudah dijadwalkan. Tetapi darah segar mempunyai umur simpan (*shelf life*) yang terbatas. Darah bekas yang telah melewati *shelf life* disingkirkan dan harus dimusnahkan.

Manajer bank darah mempunyai tugas untuk berusaha menghindari dua jenis kejadian yang tidak dikehendaki, yakni : (1) kehabisan darah yang dibutuhkan untuk keadaan darurat dan operasi-operasi yang sudah dijalankan, dan (2) Pemusnahan darah karena telah habis waktunya (*outdating*). Kejadian ke-1 dapat mempunyai konsekuensi serius atau memerlukan tindakan pemulihan yang mahal, seperti menelpon pendonor darurat yang cocok. Kejadian ke-2 adalah pembuangan produk yang berharga. Jika para donor memberikan darah tanpa kompensasi, maka *outdating* darah secara moral tidak dikehendaki. Menghindari kekurangan darah dan *outdating* darah adalah sasaran utama dari manajemen darah segar. Kondensasi biaya biasanya tidak masuk dalam agenda.

Persediaan yang relatif banyak dari setiap jenis darah akan membantu menjaga kekurangan darah pada tingkat yang lebih rendah. Dilain pihak, *outdating* dapat diminimalisir dengan menjaga tingkat yang rendah dari *stock* darah. Dengan demikian, tingkat pencapaian dari kedua sasaran ini saling bertolak belakang antara yang satu dengan yang lain. Solusi yang sering dilakukan adalah kompromi, biasanya kebanyakan manajer akan melihat kekurangan darah lebih serius daripada *outdating* darah. Sehingga mereka akan lebih mengambil resiko *outdating* darah untuk menjaga kekurangan pada tingkat-tingkat yang dipandang rendah dan aman.

### 3. KONSEP SIMULASI SISTEM DINAMIS

Penelitian ini berusaha membangun sebuah model simulasi sistem dinamis dari sistem persediaan darah. Secara umum model digunakan untuk memberikan gambaran, memberikan penjelasan dan memberikan perkiraan dari realita yang diselidiki (Simatupang, 1994). Sedangkan, sistem didefinisikan sebagai sekumpulan atau himpunan (manusia atau mesin) yang saling berinteraksi yang secara bersama-sama menuju ke arah pencapaian tujuan yang telah ditetapkan. Sistem sangat tergantung pada tujuan, untuk apa sistem tersebut digunakan dan dibangun (Djati, 2007). Law dan Kelton (1991) mendefinisikan simulasi sebagai sekumpulan metode dan aplikasi untuk menirukan atau merepresentasikan perilaku dari suatu sistem nyata, yang biasanya dilakukan pada komputer dengan menggunakan perangkat lunak.

Suryani (2006) menjelaskan bahwa simulasi sistem dinamik merupakan simulasi yang dikembangkan oleh Jay Forrester (MIT) tahun 1960-an, yang berfokus pada struktur dan perilaku sistem yang terdiri dari interaksi antar variabel dan *loop feedback* (umpan balik). Hubungan dan interaksi antar variabel dinyatakan dalam diagram kausatik. Proses umpan balik dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu umpan balik positif dan negatif. Umpan balik positif menciptakan proses pertumbuhan, dimana suatu kejadian dapat menimbulkan akibat yang akan memperbesar kejadian berikutnya secara terus menerus. Sedangkan umpan balik negatif menciptakan keseimbangan dengan memberikan koreksi agar tujuan dapat dicapai.

Dinamika sistem memandang sebuah sistem terpusat pada laju perubahan beberapa besaran yang ada dan menyatakan laju tersebut sebagai variabel malar. Struktur dinamika sistem terdiri dari level yang saling terhubung oleh jalur-jalur aliran (*flow*). Laju aliran dikontrol oleh fungsi keputusan (*decision functions*) yang bergantung pada kondisi sistem. Level menunjukkan akumulasi beberapa entitas dalam sistem. Nilai saat ini dari level pada suatu saat menunjukkan perbedaan atau selisih terakumulasi antara aliran masukan dan keluaran untuk level itu. Laju didefinisikan untuk menunjukkan aliran sesaat (*instantaneous*) ke atau dari level. Fungsi keputusan yang juga disebut sebagai persamaan laju menentukan bagaimana laju aliran bergantung pada level (Setiawan, 1991).

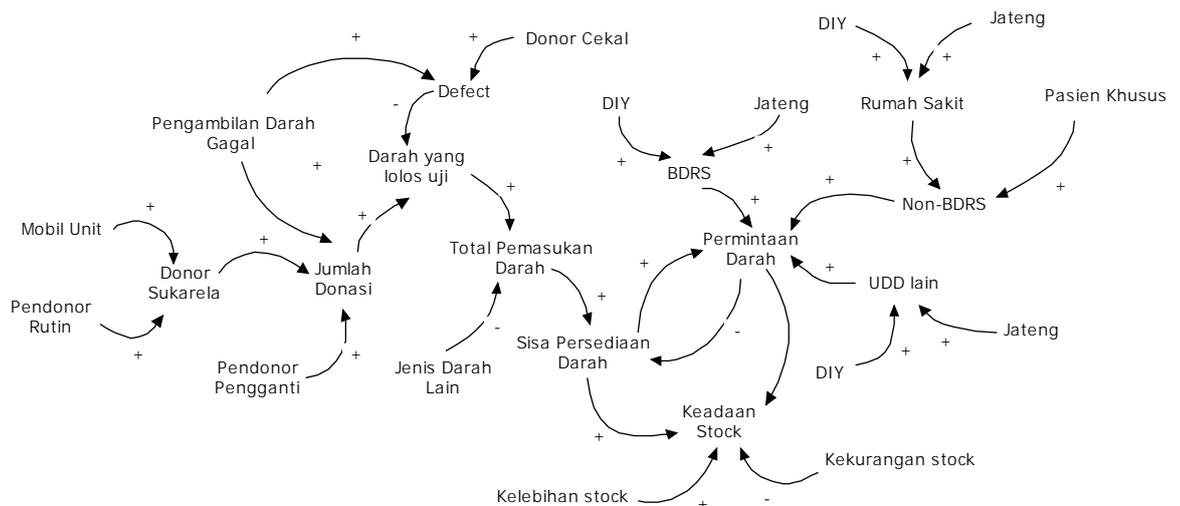
### 4. SIMULASI PERSEDIAAN DARAH

Penelitian ini dilakukan PMI Kota Yogyakarta beralamat di Jl. Tegal Gendu No.25, Kotagede, DIY 55172. Objek penelitian yang diamati adalah sistem persediaan darah pada jenis darah *Packed Red Cell* (PRC) dalam keseimbangan antara jumlah pasokan dan permintaan darah guna pemenuhan permintaan darah di rumah sakit dan klinik untuk wilayah DIY dan beberapa daerah di Jawa Tengah. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Penjelasan untuk masing masing data dijelaskan pada Tabel 1.

Langkah pertama dalam menyelesaikan sebuah permasalahan menggunakan simulasi sistem dinamis adalah dengan membangun sebuah *Causal Loop Diagram* (CLD). CLD menunjukkan hubungan sebab akibat dari variabel-variabel yang mempengaruhi keseimbangan sistem persediaan darah pada PMI Kota Yogyakarta. CLD pada PMI Kota Yogyakarta dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Penjelasan data yang digunakan

Jenis Data	Keterangan
Data pasokan darah	Data mengenai jumlah darah dari pendonor yang diterima oleh PMI Kota Yogyakarta, meliputi data pasokan darah di PMI Kota Yogyakarta selama satu tahun mulai 2014 sampai dengan 2015. Darah yang diterima dari PMI merupakan darah yang berasal dari pendonor sukarela dan pendonor pengganti. Darah yang berasal dari pendonor sukarela diperoleh melalui Mobil unit Sedangkan pasokan lain yang diperoleh PMI Kota Yogyakarta berasal dari pendonor yang menyumbangkan darahnya untuk pasien tertentu yang dituju, seperti saudara maupun kerabat.
Data permintaan darah	Data mengenai jumlah permintaan darah dari Bank Darah Rumah Sakit (BDRS), non-BDRS, Unit Donor Darah (UDD) lain, serta pasien khusus yang menerima darah dari pendonor pengganti pada tahun 2014 dan 2015.
Pengambilan darah yang gagal	Merupakan data pendonor yang akan mendonorkan darahnya dan telah melakukan proses transfusi darah namun mengalami kegagalan sehingga proses transfusi tidak dapat diteruskan hingga selesai. Hal ini terjadi karena penurunan kondisi fisik pendonor. Contoh dari kondisi ini adalah pendonor pingsan ketika melakukan proses transfusi.
Donor Cekal	Data mengenai darah yang diterima oleh PMI Kota Yogyakarta namun tidak lolos ketikan melalui proses uji saring darah. Donor cekal dapat terjadi disebabkan karena darah mengandung beberapa jenis penyakit yang dapat menular, seperti Hepatitis B, Hepatitis C, HIV, dan Sifilis. Darah yang berasal dari donor cekal ini tidak dapat didonorkan ke pasien dan harus dimusnahkan.
Data sisa persediaan darah	Merupakan data mengenai jumlah persediaan darah yang dimiliki PMI Kota Yogyakarta. Darah ini merupakan darah sisa yang berasal dari pendonor rutin maupun mobil unit yang telah dikurangi dengan jumlah darah yang telah didistribusikan untuk memenuhi permintaan darah. Berikut merupakan jumlah data persediaan darah pada PMI Kota Yogyakarta pada bulan Januari 2015 – Desember 2015 yang dapat dilihat pada Tabel 4.9



Gambar 1. CLD sistem PMI Kota Yogyakarta

Berdasarkan CLD tersebut dapat dijelaskan bahwa sistem persediaan darah di PMI Kota Yogyakarta dipengaruhi oleh total pemasukan darah dan jumlah

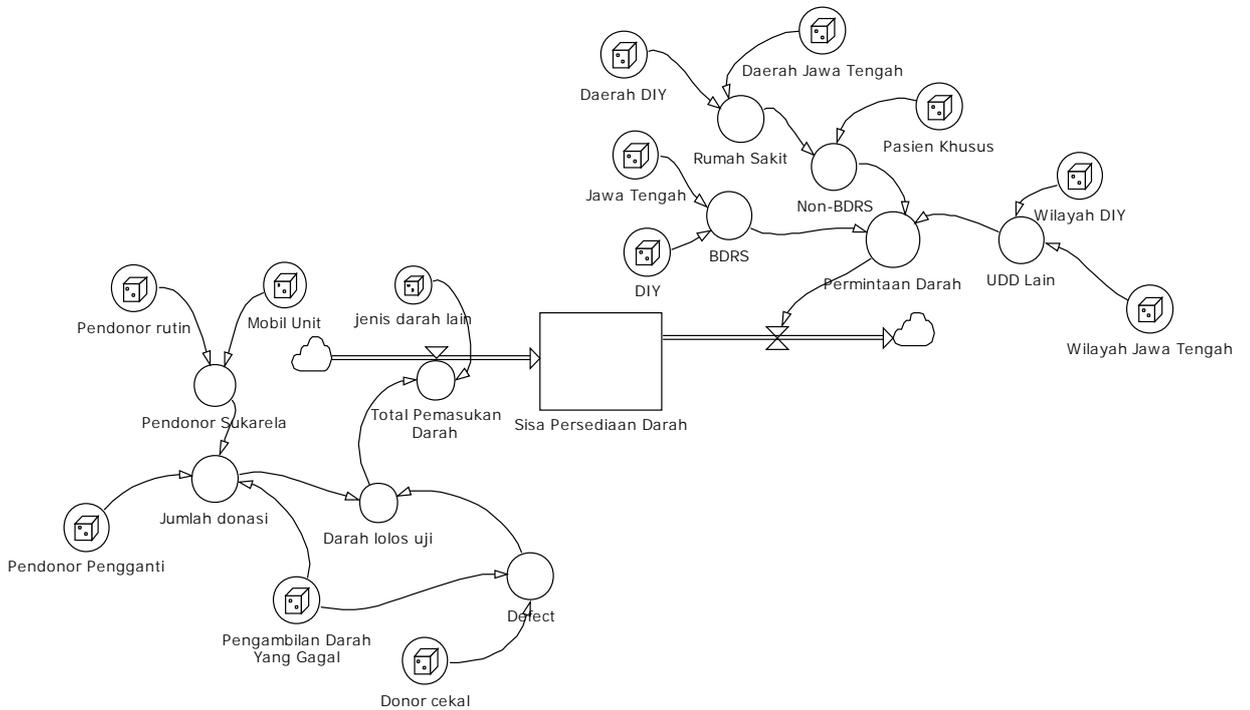
permintaan darah. Apabila total pemasukan darah meningkat, maka akan mempengaruhi peningkatan persediaan darah. Sebaliknya, apabila permintaan darah meningkat maka dapat menurunkan jumlah sisa persediaan darah di PMI Kota Yogyakarta. Total pemasukan darah di PMI Kota Yogyakarta diperoleh berdasarkan jumlah dari pendonor pengganti dan pendonor sukarela. Pendonor sukarela sendiri dapat melalui mobil unit dan pendonor rutin yang menyumbangkan darahnya setiap dua bulan sekali. Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa pendonor rutin dan pendonor dari mobil unit mempengaruhi peningkatan jumlah pasokan darah dari pendonor sukarela sehingga dapat mempengaruhi jumlah peningkatan pasokan darah. Selain itu terdapat pula pengambilan darah yang gagal, yaitu pendonor yang telah melakukan proses transfusi darah namun tidak sampai proses akhir. Pemasukan darah selanjutnya dilakukan uji darah agar mengetahui darah yang diperoleh dapat digunakan atau tidak dan tidak terjangkit penyakit. Darah yang lolos uji selanjutnya disimpan sebagai total pemasukan darah yang dapat digunakan untuk memenuhi permintaan kebutuhan darah. Sebaliknya darah yang tidak lolos uji merupakan darah cekal yang harus dimusnahkan.

Permintaan darah di PMI Kota Yogyakarta diterima dari beberapa unit pengolahan darah, seperti BDRS, *non*-BDRS, dan UDD lain yang berada di daerah DIY dan beberapa daerah di Jawa Tengah. Selain dari unit pengolahan darah, terdapat permintaan dari pasien khusus, yaitu pasien yang menerima darah dari pendonor pengganti seperti keluarga ataupun kerabat. Permintaan darah dari BDRS, *non*-BDRS, serta UDD lain yang meningkat dapat mempengaruhi penurunan persediaan darah di PMI Kota Yogyakarta. Sementara permintaan dari pasien khusus tidak berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah persediaan darah di PMI Kota Yogyakarta. Berdasarkan jumlah permintaan darah serta persediaan darah, dapat diketahui keadaan *stock* darah. Berdasarkan keadaan *stock* darah, dapat diketahui apakah PMI mengalami kelebihan *stock* atau kekurangan *stock*. Apabila terjadi kelebihan *stock* dan umur darah mencapai 30 hari maka darah tersebut dianggap kadaluarsa dan perlu dihancurkan.

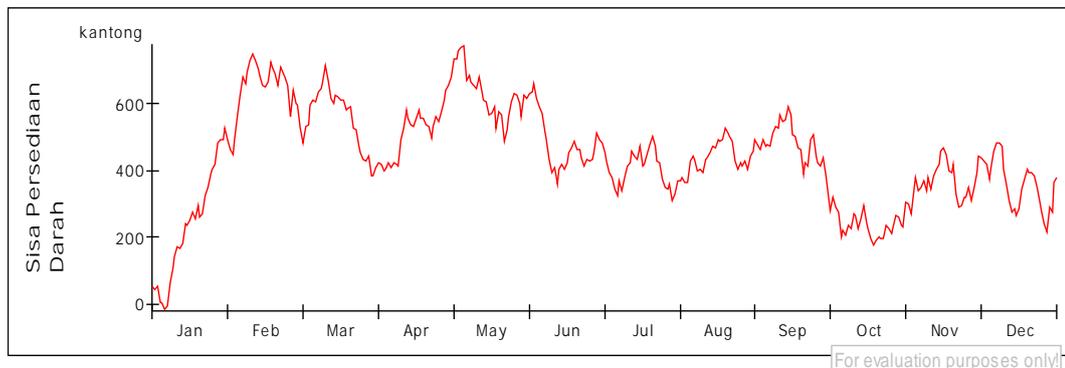
Tahap selanjutnya setelah membangun CLD adalah menyusun *stock flow diagram* (SFD) yang merupakan kumpulan dari variabel pada CLD. CLD tersebut dikembangkan lagi menjadi lebih spesifik sehingga membentuk aliran informasi dan model matematis dari model simulasi sistem persediaan darah di PMI Kota Yogyakarta. Dengan menggunakan bantuan *software* powersim 10, SFD digambarkan dalam bentuk variabel *level*, *rate*, *auxiliary*, dan konstanta. Model *stock flow diagram* sistem persediaan darah di PMI Kota Yogyakarta dengan menggunakan *software* powersim 10 dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan simulasi menggunakan *software* Powersim studio 10 diperoleh hasil simulasi model persediaan darah di PMI Kota Yogyakarta seperti pada Gambar 3. Sebelum dilakukan analisis lebih lanjut, hasil simulasi ini akan di validasi untuk mengetahui apakah model simulasi sudah sesuai dengan sistem nyata atau belum. Validasi dilakukan dengan dua cara yaitu validasi secara statistik dan validasi struktur oleh ahli. Validasi statistik dilakukan dengan membandingkan data keluaran simulasi dengan sistem nyata. Data yang dibandingkan dalam validasi statistik adalah data persediaan darah. Sedangkan validasi struktur dilakukan dengan cara melakukan konfirmasi kepada pihak PMI Kota Yogyakarta. Hal-hal yang dikonfirmasi meliputi pengaruh antar variabel

dalam CLD dan SFD. Berdasarkan validasi yang telah dilakukan, model simulasi persediaan darah di Kota Yogyakarta dinyatakan valid dan dapat digunakan untuk membangun model skenario.



Gambar 2. model *stock flow diagram* sistem persediaan darah di PMI



Gambar 3. Grafik hasil simulasi

## 5. SKENARIO SISTEM

Sebuah model simulasi yang telah valid atau sesuai dengan sistem nyatanya, dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam sistem nyata dengan cara membangun beberapa model skenario atau alternatif sistem. Pada penelitian ini dilakukan beberapa penyusunan skenario untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi. Beberapa skenario yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

**1. Skenario 1.** Pada skenario 1 dilakukan penurunan jumlah produksi jenis darah lain. Penurunan jumlah produksi jenis darah lain sebesar 5%, 10%, dan 15% dari jumlah produksi sebelumnya sebagai nilai deterministik yang digunakan sebagai konstanta pada formulasi model. Hal ini dilakukan untuk menghindari

kekurangan darah yang disebabkan oleh jumlah produksi jenis darah selain PRC yang permintaannya cenderung lebih sedikit.

**2. Skenario 2.** Pada skenario 2 dilakukan dengan memberikan nilai target pencapaian pada donor dari mobil unit sebesar 1800 kantong/bulan, 1900 kantong/bulan, dan 2000 kantong/bulan sebagai nilai deterministik yang digunakan sebagai konstanta dalam formulasi model. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menghindari resiko kekurangan darah sehingga dapat memaksimalkan pemenuhan permintaan darah pada PMI Kota Yogyakarta. Nilai target pencapaian tersebut selanjutnya digunakan sebagai variabel konstanta yang memberikan pengaruh nilai terhadap pemasukan darah dari pendonor sukarela.

**3. Skenario 3.** Pada skenario 3 ini dilakukan perhitungan nilai persediaan yang tepat dengan mencari batas minimum dan batas maksimum persediaan darah di PMI Kota Yogyakarta. Skenario 3 ini dilakukan dengan tujuan agar PMI Kota Yogyakarta mempunyai batas standar persediaan darah, persediaan darah dianggap aman apabila diatas batas minimum dan dibawah batas maksimum.

**4. Skenario 4.** Pada skenario 4 ini akan diberikan kebijakan untuk mendistribusikan darah ke luar wilayah DIY. Selama ini PMI Kota Yogyakarta mendistribusikan darah ke DIY dan beberapa daerah di Jawa Tengah tanpa melakukan perhitungan yang matang. PMI akan memenuhi permintaan darah apabila PMI masih memiliki persediaan darah tanpa mempertimbangkan jumlah darah yang dikeluarkan. Pada skenario ini dilakukan perhitungan terhadap pendistribusian darah di DIY selanjutnya dilakukan pendistribusian darah pada daerah Jawa Tengah. Dalam pendistribusian darah pada wilayah DIY dilakukan simulasi dengan jumlah pemasukan darah sebagai nilai *inrate* dan jumlah permintaan sebagai nilai *outrate* sehingga diperoleh jumlah persediaan darah sebagai nilai *level*. Sedangkan untuk pendistribusian ke daerah lain, digunakan fungsi *IF* dengan kondisi apabila persediaan darah lebih besar daripada permintaan darah, maka dilakukan perdistribusian darah kepada daerah lain sesuai dengan jumlah persediaan darah.

**5. Skenario 5.** Pada skenario 5 dilakukan penggabungan antara skenario 3 dan skenario 4. Setelah dilakukan perhitungan nilai minimum dan nilai maksimum, selanjutnya dilakukan jumlah persediaan darah pada PMI Kota Yogyakarta dilakukan pendistribusian terhadap daerah lain.

**6. Skenario 6.** Pada skenario 6 dilakukan peramalan permintaan darah dengan tujuan untuk memprediksi jumlah permintaan darah pada periode yang akan datang. Peramalan ini bertujuan untuk memprediksi pola permintaan pada periode yang akan datang sehingga berdasarkan pola permintaan tersebut PMI Kota Yogyakarta dapat mengetahui waktu permintaan darah meningkat dan waktu permintaan darah menurun. Dengan demikian PMI Kota Yogyakarta dapat melakukan perencanaan produksi darah yang baik sehingga tidak mengalami kelebihan persediaan maupun kekurangan persediaan darah. Dalam melakukan peramalan pada *software* powersim studio 10, digunakan fungsi *FORECAST* dengan data permintaan darah pada tahun 2014 menggunakan distribusi normal sebagai *input* awal. Sedangkan *output* peramalan yang dihasilkan merupakan hasil permintaan darah dalam waktu satu tahun yang bersifat dinamis.

Enam skenario yang telah dijelaskan tersebut selanjutnya akan dilakukan analisis menggunakan uji statistik Bonferroni. Uji ini memungkinkan analisis statistik terhadap pemilihan alternatif sistem dengan menggunakan parameter

distribusi t. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada keenam skenario disimpulkan bahwa skenario terbaik yang terpilih adalah skenario 4. Skenario 4 terpilih dikarenakan dari hasil simulasi menunjukkan bahwa skenario memiliki nilai *error* terkecil dibandingkan dengan skenario yang lainnya. Hal ini dilihat berdasarkan pengujian penyimpangan menggunakan uji Bonferroni dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% dan menggunakan interval konfidensi sebanyak 6, maka diperoleh  $\alpha = 0,05/6 = 0,0083$ . Dengan replikasi sebanyak 12 sehingga diperoleh nilai  $v = 11$  maka dengan menggunakan tabel distribusi t dapat ditentukan hasil  $t_{\alpha/2} = 10,9$ . Selanjutnya berdasarkan parameter dari  $D_r$  dapat diperoleh panjang interval untuk masing-masing skenario guna membandingkan skenario yang terpilih. Pada skenario 4 dihasilkan panjang interval sebesar  $-1554,54$   $\leq$   $1014,172$ . Jumlah sisa persediaan yang dihasilkan dari skenario 4 bernilai positif sehingga PMI tidak mengalami kekurangan persediaan darah. Selain itu jumlah persediaan darah pada skenario 4 tidak terlalu tinggi sehingga kemungkinan darah kadaluarsa kecil dengan sisa persediaan darah tersebut selanjutnya sisa persediaan darah dilakukan pendistribusian kepada daerah lain. Dengan terpilihnya skenario 4 maka PMI dapat melakukan kebijakan untuk mendistribusikan sisa persediaan darah ke daerah lain untuk mencegah adanya darah yang kadaluarsa.

## 6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengolahan data dan analisis hasil yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa berdasarkan dari enam skenario yang telah dibangun dalam penelitian ini, dapat dipilih skenario empat sebagai skenario alternatif perbaikan. Skenario empat dipilih berdasarkan hasil uji nilai penyimpangan/*error* menggunakan uji benferroni terlihat bahwa skenario empat memiliki panjang interval terkecil yaitu  $-1554,54$   $\leq$   $1014,172$  hal ini menunjukkan skenario empat memiliki nilai *error* terkecil. Berdasarkan alternatif skenario yang terpilih maka rekomendasi sistem persediaan darah yang tepat yang dapat digunakan pada PMI Kota Yogyakarta adalah dengan mendistribusikan darah kepada daerah lain sehingga tidak ada sisa persediaan darah yang disimpan terlalu lama dan kemungkinan pemusnahan darah akibat darah kadaluarsa dapat dihindari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhdemila W., 2009, *Analisis Pengendalian Persediaan Darah Pada Palang Merah Indonesia (PMI) Unit Transfusi Darah Cabang (UTDC) Kota Depok*, Skripsi pada Departemen Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor.
- Katsaliaki K. dan Brailsford S., 2007, Using Simulation to Improve the Blood Supply Chain, *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 58, pp 219-227.
- Law, Averill. M and W. David Kelton. 2000. *Simulation Modeling And Analysis (Third ed.)*. Singapore: McGraw-Hill Book Co.
- Noviandari, A., 2013, *Analisis Sistem Pengendalian Persediaan Produk Darah Pada Unit Pelayanan Darah Sebuah Rumah Sakit dengan Metode*

- Simulasi*. Skripsi, Program Studi Teknik Industri Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Rytilä, J.S., dan Spens, K.M., 2006. *Using Simulation to increase efficiency in blood supply chains*, *Management Research News*, Vol. 29, no 12, pp. 801-819.
- Shofa, F., 2014. *Model Pengendalian Persediaan Probabilistik Multi Item Pada Produk Yang Mendekati Masa Kadaluwarsa Dengan Mempertimbangkan Discount Dan Pengembalian Produk*, Skripsi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”, Yogyakarta.
- Simatupang, T. M., 1994. *Pemodelan Sistem*. Bandung: Studio Manajemen Jurusan Teknik industri Institut Teknologi Bandung.
- Wibisono, A., 2014. *Pengembangan Model Simulasi Rantai Pasok Darah PMI Kota Yogyakarta-BDRS DR. Soeradji Tirtonegoro*. Tugas Akhir, Program Studi Teknik Industri Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.